

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

С.М. Нубарян

АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМ
ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЇ

(Методичні вказівки до виконання курсового проекту
для студентів 5 курсу всіх форм навчання спеціальності 8.092 108-
«Теплогазопостачання і вентиляція»)

ХАРКІВ – ХНАМГ – 2009

Нубарян С.М. Автоматизація систем теплогазопостачання и вентиляції. Методичні вказівки до виконання курсового проекту (для студентів 5 курсу всіх форм навчання спец. 8.092108-«Теплогазопостачання і вентиляція»). / Укл. Нубарян С.М.; Харк. нац. акад.. міськ. госп-ва. -- Харків: ХНАМГ, 2009 - 23 с.

Укладач: С.М. Нубарян, канд. техн. наук, доцент

Рецензент: канд. техн. наук, проф. Б.І. Борзенков

Рекомендовано кафедрою ЕГ і ТС,
протокол № 8 від 08.08.2008 р.

ВСТУП

Курсова робота з дисципліни «Автоматизація систем теплогазопостачання і вентиляції» є завершальним етапом при вивченні основ автоматизації технологічних процесів в системах теплогазопостачання і вентиляції, призначається як індивідуальне завдання для студентів, які одержують освітньо-кваліфікаційний рівень «спеціаліст» і «магістр» за фахом «Теплогазопостачання і вентиляція». Робота базується на таких навчальних курсах:

- «Контрольно-вимірювальні прилади і автоматика»;
- «Теплогазопостачання»;
- «Опалювання і вентиляція»

і спрямована на отримання студентами професійних навиків необхідних для проектування інформаційно-керуючих систем, щодо об'єктів теплогазопостачання і вентиляції.

Основними завданнями, які мають бути вирішені студентами при виконанні курсової роботи, є:

- формулювання вимог до систем автоматизації конкретного процесу або об'єкта;
- складання схем автоматизації, а також виконання їх аналізу;
- ознайомлення з особливостями різних стандартних алгоритмів регулювання і освоєння методики моделювання цих алгоритмів.

1. ЗМІСТ КУРСОВОЇ РОБОТИ І ЇЇ ОФОРМЛЕННЯ

До обсягу курсової роботи мають бути включені:

- технічне завдання (початкові дані) 1 сторінка;
- опис об'єкта (процесу) автоматизації 3-4 сторінки;
- вимоги до системи автоматизації (постановка завдань) 1 сторінка;
- функціональна схема автоматизації (графічна частина) 1 сторінка формату А4 або А3;
- опис функціональної схеми автоматизації 1-2 сторінки;
- специфікація на прилади автоматизації 1-2 сторінки;
- структурно-динамічна схема автоматизації 1 сторінка;
- дослідження і аналіз якості регулювання заданого об'єкта управління за допомогою різних регуляторів 2-3 сторінки;
- графік перехідних процесів, що протікають в об'єкті автоматизації з використанням різних регуляторів 1 лист формату А4 (на міліметрівці);
- висновки 1 сторінка;
- список використаної літератури 1 сторінка.

Загальний обсяг текстової частини не повинен перевищувати 15-20 машинописних сторінок. Кожен пункт курсової роботи рекомендується починати з нової сторінки.

Графічна частина повинна обов'язково вміщати функціональну і, крім того, може вміщати ще і принципову схему автоматизації. Не треба виконувати схеми з'єднань або підключень, а також конструктивні креслення.

Текстову частину слід виконувати на папері формату А4 надрукованому на принтері: шрифт - Times New Roman (розмір 14), міжрядковий інтервал – 1,5; межі полів: зверху і знизу – 2 см, ліворуч і праворуч – 2 см.

Графічна частина може бути виконана від руки олівцем або з використанням комп'ютерної графіки на листах необхідного формату. При

проведенні розрахунків якості процесів регулювання на ЕОМ студентами можуть бути використані будь-які мови програмування з обов'язковим додаванням лістингів програм.

Титульний аркуш виконують за прикладом, наведеним на рис. 1.

Міністерство освіти і науки України Харківська національна академія міського господарства
Кафедра: експлуатації газових і теплових систем
Курсова робота з дисципліни «Автоматизація систем ТГВ»
Тема: «.....»
Виконав: Студент гр ТВ- _____ (П.І.Б.)
Перевірив: Викладач _____ (посада П.І.Б.)
м. Харків 20** рік

Рис. 1 – Оформлення титульного аркуша до курсової роботи

2. ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

В описі технологічного об'єкта, який підлягає автоматизації, треба коротко навести дані про технологію, що здійснюється на об'єкті (фізичні закони функціонування об'єкта, характер процесу, послідовність операцій, необхідне обладнання і його основні характеристики). Слід вказати основні

параметри об'єкта – споживану потужність, продуктивність, вид споживаної енергії (електрична, гідравлічна, пневматична та ін.). Крім того, необхідно відзначити задані й граничні параметри технологічного процесу - температуру, тиск, рівень в резервуарах, загазованість і т.п.

У вимогах до системи автоматизації вказують параметри технологічного процесу, що підлягають виміру, реєстрації, контролю і регулюванню. Тут же визначають агрегати, які підлягають автоматичному керуванню, і закони регулювання за якими бажано здійснювати автоматичне керування. У цьому розділі необхідно сформулювати вимоги до технологічної і аварійної сигналізації.

Для того, щоб визначити параметри, що автоматизуються, для даного об'єкта необхідно після постановки загального завдання автоматизації провести його декомпозицію по відповідних підзадачах (контролю, сигналізації, керування та блокування) до рівня параметрів стану об'єкта. Схеми декомпозиції задач автоматизації наведені на рис. 2, 3.

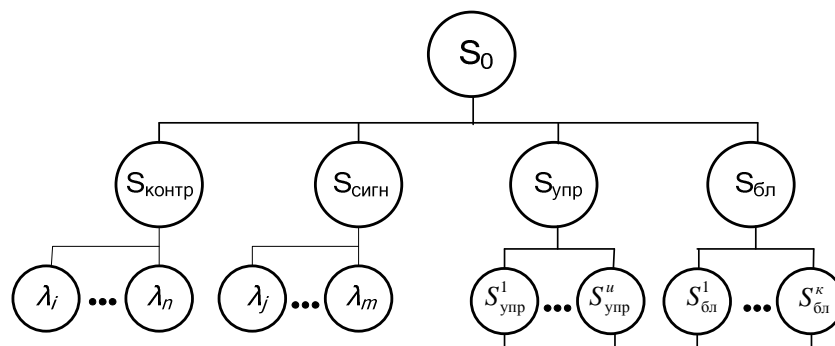


Рис. 2 – Декомпозиція загальної задачі автоматизації

Контрольовані параметри λ_i і параметри сигналізації λ_j в загальному завданні автоматизації визначаються необхідністю отримання тієї або іншої поточної інформації про об'єкт, а також відхилення вимірюваних параметрів від норми. Кількість цих параметрів обумовлена технологічним регламентом і повинна забезпечувати необхідну інформативність про стан об'єкта.

Для керування і блокування технологічним об'єктом може бути виділений ряд підзадач $S_{упр}^u$ і $S_{бл}^k$, обумовлених кількістю керованих або блокувальних параметрів. Ці підзадачі повинні пройти подальшу декомпозицію до рівня елементарних параметрів стани об'єкта, з яких після аналізу мають бути визначені альтернативні пари серед технологічних параметрів «керований параметр λ – параметр, що керую μ »¹.

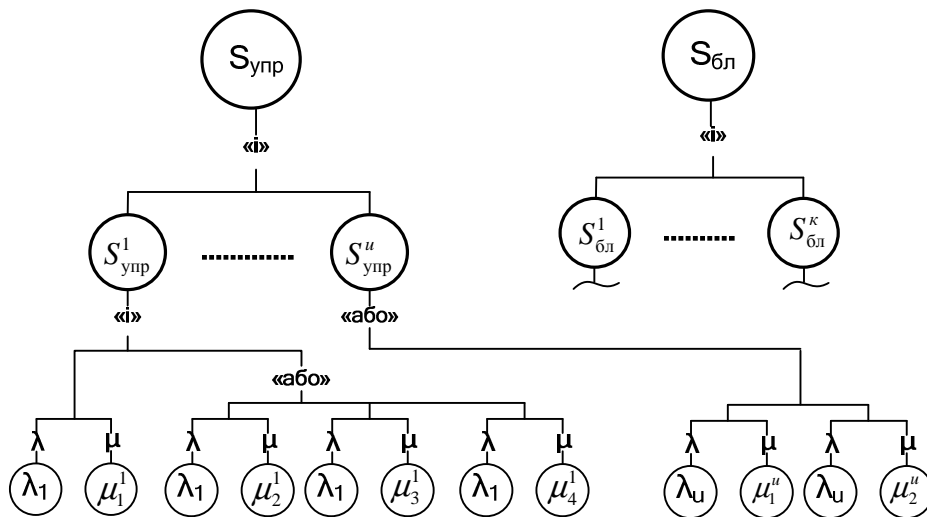


Рис. 3 – Декомпозиція задачі керування до рівня параметрів стану

Основним етапом курсового проектування є розробка функціональної схеми автоматизації заданого об'єкта ТГВ і підбір відповідного комплексу технічних засобів автоматизації (КТЗА), що полягає у складанні відповідної специфікації до функціональної схеми.

Далі, за узгодженням з викладачем, необхідно навести структурну схему якого-небудь каналу автоматичного керування, приклад якого показаний на рис. 4.

Кожен елемент схеми має бути конкретизований відповідно до індивідуального варіанта. Наприклад, у прямокутнику "Об'єкт регулювання" слід писати: об'єкт регулювання – теплообмінник і т. д. Аналогічно студент визначає всі інші значення структурних модулів системи автоматизації для відповідного варіанта. Як правило, структурну схему складають для одного з

¹ Логічний оператор «і» означає обов'язкове використання усіх варіантів, оператор «або» - використання якого-небудь з наведених варіантів.

регульованих параметрів. Проте, за завданням викладача, може бути прийнятий варіант для декількох параметрів процесу, що автоматизується. У такому разі складають декілька структурних схем для відповідних контурів регулювання, де кожен контур має свій сенсор (датчик), регулятор, виконавчий механізм і регулюючий орган і при цьому на даний об'єкт надходить декілька керуючих дій.

Структурно-динамічна схема є різновидом загальної структурної схеми, в якій кожна ланка системи автоматизації описується математичною залежністю, що зв'язує вхідні й вихідні сигнали ланки. Загальний вид структурно-динамічної схеми поданий на рис. 5.



Рис. 4 – Загальна структурна схема системи керування

За структурно-динамічною схемою каналу керування для вибраного типу регулятора і відповідних параметрів його настройки розраховують і будують криві перехідних процесів для заданих динамічних характеристик об'єкту управління. За кривими перехідних процесів визначають показники якості регулювання, такі як швидкодія, ступінь загасання, статична і динамічна помилки.

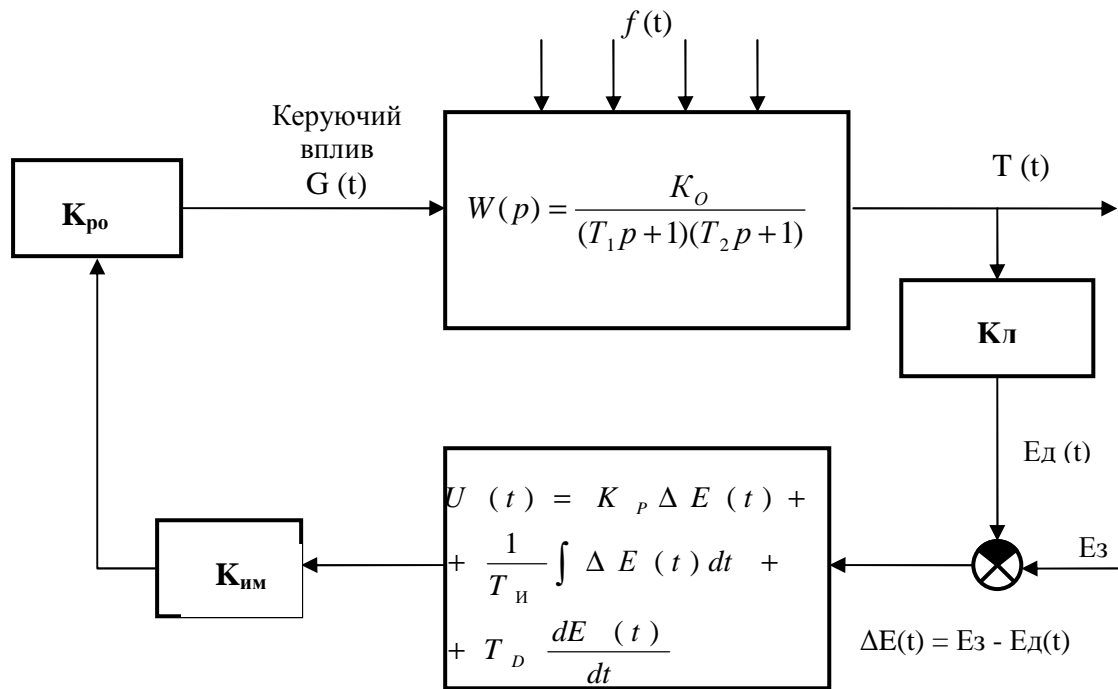


Рис. 5 – Структурно-динамічна схема системи керування теплообмінником:

$G(t)$ витрата теплоносія; $T(t)$ – температура на виході теплообмінника; $f(t)$ – зовнішні збурення; $W(p)$ – передавальна функція об'єкта; $U(t)$ – закон керування; K_d , $K_{вм}$, $K_{ро}$ – коефіцієнти передачі датчика, виконавчого механізму і регулюючого органу, відповідно; $\Delta E(t)$ – сигнал розузгодження між заданим і зміряним значенням керованого параметра.

3. РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Функціональна схема є кресленням, що містить спрощене зображення технологічної схеми процесу, що автоматизується, або агрегату. Технологічне устаткування на схемі показують у вигляді умовних зображень, з'єднаних між собою лініями технологічних зв'язків, які відображають напрям потоків речовини або енергії.

На функціональній схемі зображують системи автоматичного контролю, регулювання, телемеханіки, дистанційного керування, сигналізації, захисту і блокувань. Всі елементи систем керування показують у вигляді умовних зображень і об'єднують в єдину систему лініями функціонального зв'язку. Нанесені на умовні зображення буквені позначення відображають функції, виконувані апаратурою керування.

На функціональній схемі показують також різну апаратура керування:

- пристрої, що встановлюють на технологічних агрегатах і трубопроводах;
- первинні прилади (датчики) і регулюючі органи; прилади, що вмонтовують біля технологічної апаратури (за місцем);
- блоки підсилювачів, перетворювачі сигналів, магнітні пускачі, місцеві вимірювальні прилади, виконавчі механізми;
- апаратура, що встановлюється на щитах і пультах автоматики; вторинні прилади, регулятори, ключі керування, сигнальні лампи.

Крім того, на схемі дають текстові пояснення, що відображають призначення і характеристики технологічних агрегатів, величини контрольованих і регульованих параметрів, умови блокування і сигналізації.

У деяких випадках, коли функціональна схема виявляється графічно насиченою, її можна розділити на декілька схем, виділяючи системи керування окремими агрегатами технологічного процесу.

При побудові функціональних схем автоматизації використовують умовні позначення за ГОСТ 21.404-85 «Прилади і засоби автоматизації. Умовні позначення в схемах автоматизації технологічних процесів», які наведені в табл. 1.

Вимірювані (регульовані) технологічні параметри і функції, що виконуються відповідними приладами, позначають літерами латинського алфавіту.

При цьому застосовують наступні позначення:

D - щільність;	P - тиск;
F - витрата;	Q - концентрація, компонентний склад;
G - розмір, положення;	R - радіоактивність;
H - ручна дія;	S - швидкість, частота;
K - часова програма;	T - температура;
L - рівень;	U - декілька вимірюваних величин;
M - вологість;	V - в'язкість;










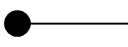
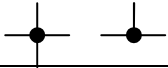


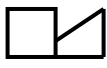



N - резерв (апаратура управління електродвигунами)

A – резервна літера; **X** – резервна літера, що не рекомендується.

Для уточнення вимірюваних і регульованих параметрів використовують наступні літери:

D – різниця, перепад; **J** – автоматичне оббігання, перемикавання;
F – співвідношення, частка; **Q** – інтеграція, підсумовування за часом;

Таблиця 1. - Позначення приладів і засобів автоматизації (ГОСТ 21.404-8.5).

Найменування	Зображення
1	2
Пристрій, встановлений за місцем. Загальне позначення.	
Пристрій, встановлений за місцем. Допустиме позначення.	
Пристрій, встановлений на щиті автоматики. Загальне позначення.	
Пристрій, встановлений на щиті автоматики. Допустиме позначення.	
Виконавчий механізм. Загальне позначення.	
Виконавчий механізм. Допустиме позначення.	
Регулюючий орган.	
Лінія функціонального зв'язку.	
Пристрій відбору вимірюваного параметра.	
Лінія функціонального зв'язку з точкою відбору вимірюваного параметра.	
Перетин ліній функціонального зв'язку із з'єднанням.	
Перетин ліній функціонального зв'язку без з'єднання.	
Пристрій світлової сигналізації. Електрична лампа.	
Пристрій звукової сигналізації. Ревун.	
Електропривод. Двигун.	
Ручний привод регулюючого органу. Основне позначення.	
Ручний привод регулюючого органу. Допустиме позначення.	

У схемах автоматизації вказують також наступні функціональні ознаки приладів:

відображення інформації:

I - свідчення; **R** - реєстрація, запис свідчень; **A** – сигналізація;

формування вихідного сигналу:

C - регулювання; **S** – вмикання, вимикання, перемикання (**H** і **L** - відповідно верхня і нижня межі параметрів).

Для додаткових позначень, що відображають функціональні ознаки приладів і перетворювачів сигналів, використовують такі літери:

E – чутливий елемент;

T - дистанційна передача;

K - станція керування;

Y – обчислювальна операція.











Літерами **E**, **P** і **G** - відповідно позначають електричний, пневматичний і гідравлічний сигнали.

При використанні у складі системи автоматизації обчислювальних пристроїв, функції перетворення сигналів позначають відповідними математичними знаками: μ ; $\sqrt[n]{}$; \times ; \div ; μ ; lg ; dx/dt ; max ; min та ін.

Позначення технологічних параметрів і функціональних ознак записують у верхній частині зображення відповідного приладу, вказаного в табл.. 2. Порядок розташування літерних позначень (зліва направо) має бути наступним: позначення основної вимірюваної величини; позначення, що уточнює (якщо необхідно) основну вимірювану величину; позначення функціональної ознаки приладу. Функціональні ознаки також розташовують в певному порядку, наприклад **I-R-C-S-A**. У нижній частині кола або під межею щитового приладу вказують номери позицій на функціональній схемі, відповідно до яких заповнюють специфікації на комплекс технічних засобів автоматизації.

Приклади умовних зображень елементів технологічного контролю і автоматики наведені в табл.. 2.

Таблиця 2. - Приклади умовних зображень засобів автоматизації.

	Вимірник, показуючий температуру, встановлений за місцем, наприклад, манометричний термометр і т. д.
	Вимірник тиску, встановлений за місцем, наприклад, манометр технічний пружинний
	Датчик температури, встановлений за місцем, наприклад, термонара або термометр опору.
	Термометр реєструючий, показуючий, встановлений за місцем, наприклад, термометр манометричний типу ТСГ.
	Багатоканальний щитовий реєструючий вимірник температури з пристроєм регулювання і сигналізації, наприклад, потенціометр КСП-4.
	Датчик витрати, наприклад, камерна діафрагма типу ДК.
	Щитовий лічильник кількості речовини.
	Автоматичний регулятор тиску, встановлений на щиті, наприклад, електронний регулюючий прилад типу Р-25.
	Датчик загазованості по метану, наприклад, датчик термokatалитичний типу ДТХ-127.
	Дискретний регулятор-сигналізатор рівня з верхньою і нижньою межами. Наприклад, регулятор рівня електричний типу ДУЖЕ.

При умовному позначенні приладів слід вказувати тільки ознаки, які є істотними в даній системі контролю або регулювання. Наприклад, при позначенні приладів контролю і управління температурним режимом можуть бути застосовані наступні позначення:

ТІ - первинний перетворювач;

ТС – реле температури;

ТА - сигналізатор;

ТС – регулятор;

ТІТ - показуючий і перетворюючий прилад;

ТJR - прилад реєструючий з оббігаючим пристроєм;

ТІРС - прилад показуючий, реєструючий і регулюючий.

У нижній частині позначення приладу розташовують позиції з використанням цифр і літер, на підставі яких складають специфікації на комплекс технічних засобів автоматизації.

Для зручності читання функціональних схем автоматизації в нижній її частині розташовують таблицю, що складається як мінімум з двох рядків, яка відображає рівні системи автоматизації. У першому рядку таблиці знаходяться зображення приладів, що розташовані безпосередньо за місцем на об'єкті, який автоматизується. Другий рядок – прилади на локальних щитах автоматики, третій – прилади і засоби автоматики на центральному пульті і т.д. У разі, коли лінії функціональних зв'язків утрудняють читання схеми через велику кількість, їх допускається розривати, наносячи одні і ті ж номери біля їх розривів. При цьому номери розривів ліній зв'язку, що входять в рядок «прилади за місцем» таблиці проставляють обов'язково в зростаючому порядку, а над кожною лінією зв'язку біля таблиці проставляють номінальне або максимальне значення контрольованого параметра, що необхідне для підбору засобів контролю з необхідним діапазоном вимірювання.

Приклад виконання функціональної схеми автоматизації двоконтурного водогрійного котла наведений на рис. 6.

Після розробки функціональної схеми автоматизації заданого об'єкта необхідно навести опис її роботи з посиланням на позиційні позначення всіх пристроїв автоматики і приладів.

Комплекс технічних засобів автоматизації заносять у специфікацію, зразок якої показаний на рис. 7. У графі специфікації «№ поз» проставляються позиційні позначення приладів відповідно до позиційних позначень функціональної схеми; у графі «Найменування» - назву приладу відповідно до сучасної термінології; у графі «Тип» - наводять позначення приладу відповідно до системи ГСП або заводське позначення; у графі «Примітка» вказують особливі ознаки приладу (вимоги із вибухозахисту, іскрозахисту) і т.д.

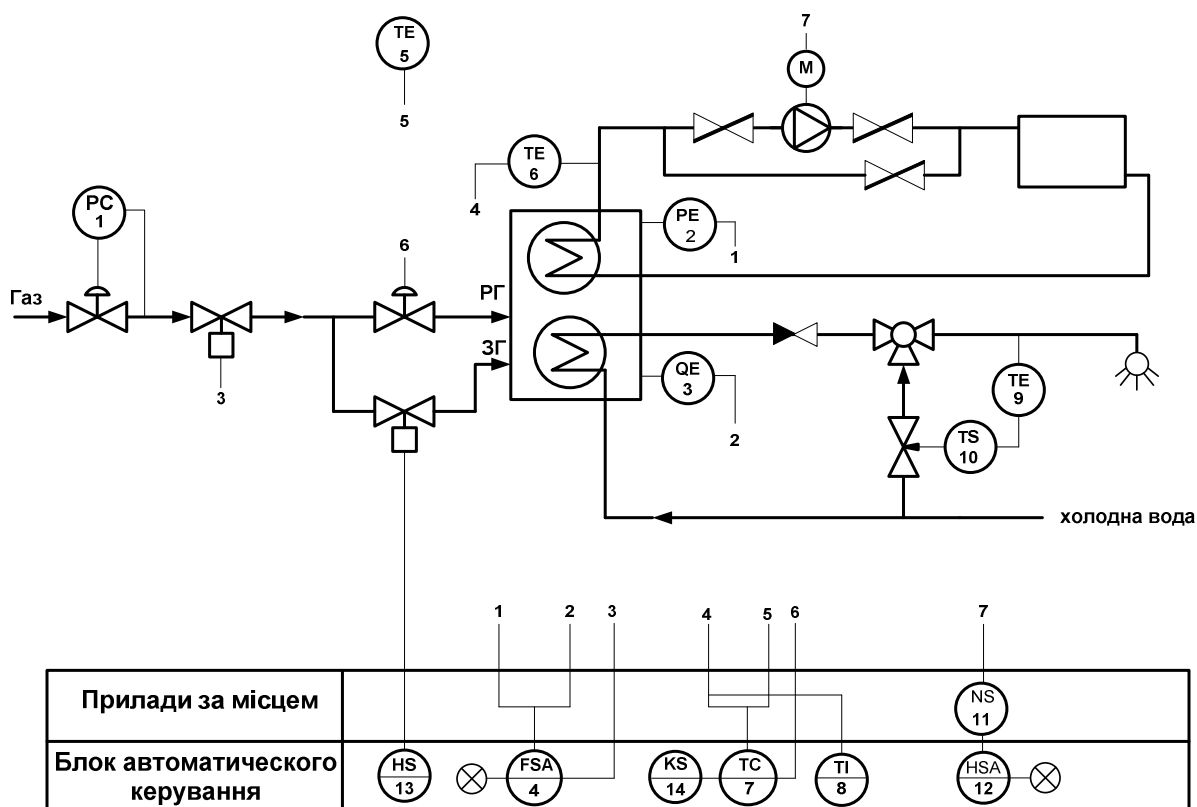


Рис. 6 – Приклад функціональної схеми автоматизації водогрійного котла

№ поз.	Найменування	Тип	Кількість	Примітка

Рис. 7 – Форма специфікації на КТЗА

4. АНАЛІЗ ЯКОСТІ РЕГУЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТОМ КЕРУВАННЯ

Для аналізу якості керування прямим методом по заданому каналу необхідно за прийнятою структурно-динамічною схемою підібрати необхідний регулятор відповідно до табл. 3 і з урахуванням передаточних функцій всіх ланок системи отримати її еквівалентну передаточну функцію. Потім розрахувати й побудувати криву перехідного процесу з прийнятим регулятором для оптимальних значень параметрів його налаштування.

Таблиця 3. - Типи стандартних регуляторів для різноманітних об'єктів.

Тип регулятора	Характеристика об'єкта		Характер зміни навантаження		Сфера застосування
	Ємність	Швидкість реакції	Значення	Швидкість	
Позиційний	Велика	Мала	Довільне	Довільна	Установки з великою постійною часу, резервуари ,котли водяного опалення, опалювальні прилади
I-	Довільна	Швидка	Довільне	Мала	Об'єкти з малим запізненням, промислові печі, ВКВ, об'єкти з самовирівнюванням
II-	Середня	Помірна	Мале	Середня	Регулювання рівня, сушильні печі і т.д.
III-	Довільна	Довільна	Велике	Середня	Об'єкти з великою швидкістю протікання процесів
ПІД-	Довільна	Довільна	Велике	Велика	Об'єкти з неочікуваними збуреннями

і заданими динамічними характеристиками об'єкта керування по даному каналу (T_0 - постійна часу, K_0 - коефіцієнт посилення і τ - час запізнення).

Значення оптимальних параметрів налаштування типових регуляторів для об'єктів з самовирівнюванням наведені в табл.. 4.

Таблиця 4 Значення оптимальних параметрів налаштування різноманітних регуляторів.

Тип регулятора	Тип перехідного процесу		
	Аперіодичний з min часом регулювання	3 20 % перерегулюванням	3 min квадрат. площею
1	2	3	4
I-	$T_s = 4,5 \cdot K_0 \cdot T_0$	$T_s = 1,7 \cdot K_0 \cdot T_0$	$T_s = 1,7 \cdot \tau \cdot K_0 \cdot T_0$

Продовження табл. 4.

1	2	3	4
II-	$K_p = \frac{0,3}{K_0 \cdot \tau / T_0}$	$K_p = \frac{0,7}{K_0 \cdot \tau / T_0}$	$K_p = \frac{0,9}{K_0 \cdot \tau / T_0}$
III-	$T_u = 0,8\tau + 0,5T_0$ $K_p = \frac{0,95}{K_0 \cdot \tau / T_0}$	$T_u = \tau + 0,3T_0$ $K_p = \frac{1,2}{K_0 \cdot \tau / T_0}$	$T_u = \tau + 0,35T_0$ $K_p = \frac{1,4}{K_0 \cdot \tau / T_0}$
ПІД-	$T_u = 2,4\tau$ $T_\delta = 0,4\tau$	$T_u = 2,0\tau$ $T_\delta = 0,4\tau$	$T_u = 1,3\tau$ $T_\delta = 0,5\tau$

Примітка: T_s – коефіцієнт передачі I- регулятора; K_p - коефіцієнт посилення регуляторів; T_u – час ізодрому; T_δ – час попередження.

Криві перехідних процесів отримують як результат дії на вхід ланки з еквівалентною передавальною функцією одиничного ступінчастого збурення $U(t)$. Можливі перехідні процеси наведені на рис. 8.

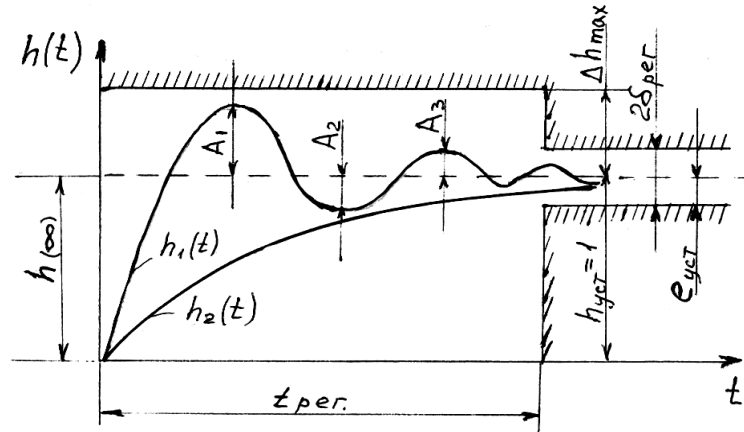


Рис. 8 – Коливальний $h_1(t)$ і аперіодичний $h_2(t)$ перехідні процеси

Розрахунок перехідних процесів проводиться на підставі вирішення диференціальних рівнянь для системи регулювання в перетвореннях Лапласа $Y(p)$ і з подальшим переходом в область оригіналів $Y(t)$

Перетворення Лапласа деяких функцій аргументу часу наведені нижче:

- | | |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. $1(t) \xrightarrow{\cdot} \frac{1}{p};$ | 5. $1 - e^{-\lambda t} \xrightarrow{\cdot} \frac{\lambda}{p(p + \lambda)};$ |
| 2. $t \xrightarrow{\cdot} \frac{1}{p^2};$ | 6. $\frac{t^n}{n!} e^{\lambda t} \xrightarrow{\cdot} \frac{1}{(p - \lambda)^{n+1}};$ |
| 3. $\frac{t^n}{n!} \xrightarrow{\cdot} \frac{1}{p^{n+1}};$ | 7. $\cos \omega t \xrightarrow{\cdot} \frac{p}{p^2 + \omega^2};$ |
| 4. $e^{\lambda t} \xrightarrow{\cdot} \frac{1}{p - \lambda};$ | 8. $1_0(t - \tau) \xrightarrow{\cdot} \frac{1}{p} e^{-p\tau}.$ |

Знаходження вирішення $Y(t)$ в області оригіналів полягає у представленні рівняння $Y(p)$ у вигляді суми елементарних дрібів, які за формулами переходу (1-8), що наведені вище, переводяться в область оригіналів.

Розкладання виразу $Y(p)$ на елементарні дроби ведуть за наступною формулою:

$$\frac{k(p)}{D(p)} = \frac{c_1}{p - \lambda_1} + \frac{c_2}{p - \lambda_2} + \dots + \frac{c_n}{p - \lambda_n},$$

де - $D(p)$ – характеристичне рівняння системи регулювання;

λ_i - коріння рівняння $D(p) = 0$, $i = 1, n$;

$c_i = \frac{k(\lambda_i)}{D'(\lambda_i)}$ - коефіцієнти розкладання $i = 1, n$;

$D' = \frac{dD(p)}{dp}$ при $p = \lambda_1; p = \lambda_2 \dots; p = \lambda_n$.

Приклад

Побудувати графік функції в області оригіналів, якщо в області зображень вона має наступний вигляд:

$$Y(p) = \frac{6p^2 - p + 1}{p^3 - p}.$$

Розв'язання

Поліном чисельника заданої функції рівний $k(p) = 6p^2 - p + 1$; характеристичне рівняння - $D(p) = p^3 - p$, його похідна - $D'(p) = 3p^2 - 1$.

Визначимо коріння λ_i рівняння $D(p) = 0$;

$$D(p) = (p - 1)(p + 1)p = 0;$$

$$\lambda_1 = 1; \lambda_2 = -1; \lambda_3 = 0$$

Представимо початкову функцію у вигляді суми елементарних дрібів:

$$\frac{k(p)}{D(p)} = \frac{6p^2 - p + 1}{(p - 1)(p + 1)p} = \frac{c_1}{p - 1} + \frac{c_2}{p + 1} + \frac{c_3}{p}.$$

Визначимо коефіцієнти розкладання c_i :

$$c_1 = \frac{k(\lambda_1)}{D'(\lambda_1)} = \frac{k(1)}{D'(1)} = \frac{6 \cdot 1^2 - 1 + 1}{3 \cdot 1^2 - 1} = 3;$$

$$c_2 = \frac{k(\lambda_2)}{D'(\lambda_2)} = \frac{k(-1)}{D'(-1)} = \frac{6 \cdot (-1)^2 + 1 + 1}{3(-1)^2 - 1} = 4;$$

$$c_3 = \frac{k(\lambda_3)}{D'(\lambda_3)} = \frac{k(0)}{D'(0)} = \frac{1}{-1} = -1.$$

Таким чином

$$\frac{k(p)}{D(p)} = \frac{3}{p-1} + \frac{4}{p+1} - \frac{1}{p}.$$

Звідси

$$Y(t) = 3et + 4e^{-t} - 1.$$

Для оцінки перехідного процесу, окрім виду кривої (див. рис. 8), вводять кількісні величини, що є визначальними параметрами перехідного процесу, які повинні задовольняти необхідним значенням. До таких параметрів відносяться:

1. Статична точність системи

$$e_{уст} = |h_{уст} - h_{(\infty)}|;$$

2. $t_{рег}$ – час регулювання, що визначає швидкодію системи, яку знаходять із співвідношення

$$|h(t) - h_{уст}| \leq 2\delta_{рег} \quad \text{при} \quad t \geq t_{рег},$$

де $2\delta_{рег}$ – задана мала величина, що характеризує точність системи ($2\delta_{reg} \approx 5\%$).

3. Величина перерегулювання (динамічна помилка), що характеризує плавність протікання процесу

$$\sigma = \frac{A_1 - h_{уст}}{h_{уст}} \% \leq \Delta h_{\max}.$$

4. N – число перерегулювань, що показує, скільки разів коливання $h(t)$ біля нового сталого значення перевищують величину $2\delta_{рег}$. Цей параметр визначається як число викидів, для яких $h(t) - h_{уст} > 2\delta_{рег} > 0$ (для якісних САУ $N \leq 2$.);

5. Ступінь загасання (для коливальних процесів)

$$\xi = \frac{A_1 - A_3}{A_1} \geq \xi_{треб}. \text{ (необхідне значення ступеня загасання } \xi_{треб} \geq 0,9 \text{).}$$

5. ОРІЄНТОВНИЙ СПИСОК ТЕМ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

Тему індивідуального завдання і його конкретний зміст, як правило, задає викладач. Для студентів заочної форми навчання, за узгодженням з викладачем, можливий вибір теми на своєму виробництві.

Забороняється при виконанні роботи копіювати схеми з навчальної літератури, які є спрощеними навчальними прикладами.

При використанні проектної документації, довідкової і навчальної літератури слід також враховувати, що там можуть зустрічатися схеми, які виконані за застарілими, не діючими стандартами. При використанні таких схем для виконання роботи необхідно навести всі позначення у відповідно до чинних стандартів.

Забороняється виконувати варіант індивідуального завдання, відмінний від того, який видав викладач, а також самостійно змінювати деталі завдання без узгодження з викладачем.

Роботи, виконані з подібними порушеннями, повертаються студенту на доопрацювання.

Приблизна тематика індивідуальних завдань для студентів спеціальності "Теплогазопостачання і вентиляція" є такою:

1. Автоматизація системи стабілізації температури і рівня води у витратному бачку.
2. Автоматизація роботи котлоагрегатів (парових або водогрійних).
3. Автоматизація допоміжного обладнання котельних.
4. Автоматизація приточної вентиляційної системи.
5. Автоматизація аварійної приточно-витяжної вентиляційної системи.
6. Автоматизація створення повітряної теплової завіси біля воріт цеху.
7. Автоматизація системи кондиціонування повітря.
8. Автоматизація системи кондиціонування з рециркуляцією повітря.
9. Автоматизація роботи холодильної станції з поршнеvim компресором.
10. Автоматизація систем опалення.

11. Автоматизація приточної вентиляційної системи.
12. Автоматизація багатозональної системи кондиціювання повітря.
13. Автоматизація роботи індивідуальних теплових пунктів.
14. Автоматизація роботи центральних теплових пунктів.
15. Автоматизація роботи теплових мереж.
16. Автоматизація насосних станцій теплових мереж.
17. Автоматизація роботи пневмосистеми з резервним компресором.
18. Автоматизація роботи газорозподільних пунктів.
19. Автоматизація роботи газових мереж (ГРП, ГРС, ГНС та ін.).

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. *Автоматические* приборы, регуляторы и вычислительные системы. Справочное пособие/ Под ред. Кашарского Б.Д. - Л.: Машиностроение, 1976.-488 с.
2. *Государственная* система промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП).Под ред. Кавалерова Г.И. - М.: ЦНИИТЭИ, 1981.– 392 с.
3. **Орнатский П.П.** Автоматические измерения и приборы: Учебник для вузов. – К.: Вища шк., 1980. – 560 с.
4. **Правила** измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами РД 50-213-80. - М.: Изд-во стандартов, 1982.–320 с.
5. **Промышленные** приборы и средства автоматизации: Справочник / Под ред. Черенкова В.В. - Л.: Машиностроение, 1987. – 847 с.
6. **Справочник** проектировщика АСУ ТП. Под ред. Смилянского Г.Л. - М.: Машиностроение, 1983. – 527 с.
7. **Нубарян С.М.** Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции: Краткий курс лекций. – Х.: ХНАГХ, 2007. – 147 с.
8. **Нубарян С.М.** Основы автоматического управления: Курс лекций. – Х.: ХГАГХ, 2003. – 136 с.
9. **Давыдов Ю.С., Нефелов С.В.** Новые системы автоматизации отопительных устройств. – М.: Стройиздат, 1980. – 261 с.
10. **Нефелов С.В., Давыдов Ю.С.** Техника автоматического регулирования в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. – М.: Стройиздат, 1984. – 328 с.
11. **Драчнев В.Г.** Диспетчеризация городских систем газоснабжения.- Л.: Недра, 1982. – 198 с.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	3
1. Зміст курсової роботи і її оформлення	4
2. Вимоги до виконання роботи	5
3. Розробка функціональної схеми автоматизації	9
4. Аналіз якості регулювання об'єктом управління	15
5. Орієнтовний список тем індивідуальних завдань	20
Рекомендована література	22

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Автоматизація систем теплогазопостачання и вентиляції. Методичні вказівки до виконання курсового проекту (для студентів 5 курсу всіх форм навчання спец. 8.092108-«Теплогазопостачання і вентиляція»)

Укладач Сергій Манукович Нубарян

Відповідальний за випуск І.І. Капців

Редактор М.З. Аляб'єв

План видання 2009, поз. 706-М

Підп. до друку 30.06.2009	Формат 60×84 1/16	Папір офісний.
Друк на ризографі.	Обл.-вид.арк. 1,0	Умовн.-друк.арк.1,5
Замовл. №	Тираж 50 прим.	

61002, м.Харків, ХНАМГ, вул., Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ
61002, м.Харків, ХНАМГ, вул., Революції, 12